



## Grøn laser forbinder land og vand

Ernstsens, Verner Brandbyge; Andersen, Mikkel S.; Al-Hamdani, Zyad K.; Leth, Jørgen O.; Sørensen, Carlo; Steinbacher, Frank; Larsen, Laurids R.; Kroon, Aart

*Published in:*  
Geoviden

*Publication date:*  
2016

*Document version*  
Også kaldet Forlagets PDF

*Citation for published version (APA):*  
Ernstsens, V. B., Andersen, M. S., Al-Hamdani, Z. K., Leth, J. O., Sørensen, C., Steinbacher, F., Larsen, L. R., & Kroon, A. (2016). Grøn laser forbinder land og vand. *Geoviden*, 2, 12-14.



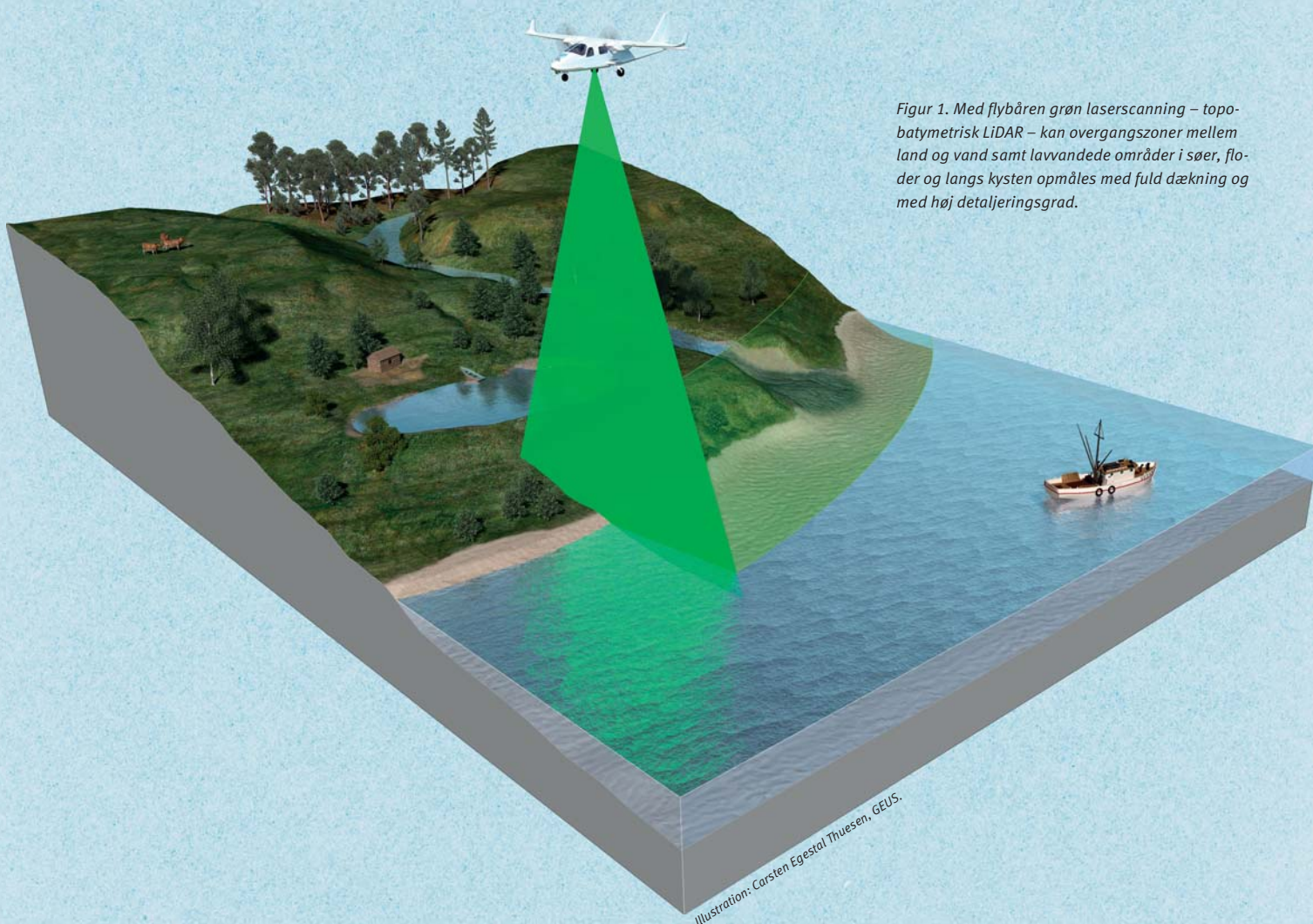
# Grøn laser forbinder land og vand

**Grøn laser kan gennemtrænge vandsøjlen og blive reflekteret fra havbunden. Ved hjælp af flybåren grøn laserscanning kan overgangszonen mellem land og vand samt lavvandede områder i kystzonen opmåles med fuld dækning og med høj detaljeringsgrad. Rumlig og detaljeret kortlægning af land-vand-overgangszonen giver mulighed for at generere ny viden om de naturlige processer, som foregår på tværs af kysten. Dette kan bidrage til optimeret forvaltning af kystzonen med bedre integration af naturlige processer, lovgivning og administration på tværs af kysten.**

Overgangszonen mellem land og vand – kystzonen mellem det terrestriske og det marine miljø – er generelt blandt de mest dynamiske miljøer. Dette gælder både dannelsen og udviklingen af naturlandskabet, bl.a. som følge af vindens, bølgenes og tidevandets vedvarende påvirkning af landskabet, men også udviklingen af kulturlandskabet, idet langt størstedelen af Jordens befolkning lever i nærheden af disse overgangszoner mellem land og vand, dvs. langs floder og søer, men primært langs

kysten. Og specielt kystzonen er under stort pres som følge af et stigende havspejl, en mulig stigende stormstyrke og -hyppighed samt stigende befolkningstal og en øget udnyttelse af naturlige ressourcer. Rumlig og detaljeret information og viden om landskabet og landskabsudviklingen er et nødvendigt fundament for at kunne planlægge og forvalte kystzonen på en effektiv og bæredygtig måde.

Historisk set har kortlægning til lands og til vands været adskilt og uafhængig, været baseret på forskellige metoder og haft udgangspunkt i forskellige discipliner, og ikke mindst været varetaget af forskellige myndigheder og tilmed placeret under forskellige ministerier. Kombinationen af højteknologisk udvikling indenfor computerteknologi (bl.a. hurtigere CPU), positionsteknologi (bl.a. præcis GPS) samt udviklingen indenfor hhv. sonarteknologi (med flerstråleekkolod) og laserteknologi (med rød laser) har revolutioneret kortlægningen både til lands og til vands siden indgangen til dette årtusinde. Dog er det først indenfor de seneste få år, at de to miljøer ved hjælp af grøn laser kan forbindes 'sømløst', se figur 1.



*Figur 1. Med flybåren grøn laserscanning – topobatymetrisk LiDAR – kan overgangszoner mellem land og vand samt lavvandede områder i søer, floder og langs kysten opmåles med fuld dækning og med høj detaljeringsgrad.*

*Illustration: Carsten Egestøl Thuesen, GEUS.*



## Til vands

Skibsbåret flerstålekkolod (multibeam echosounding – MBES) har siden årtusindeskiftet revolutioneret kortlægning og undersøgelser i det marine miljø fra de dybere områder og helt op til 5 m dybdekurven. Dette har muliggjort en hidtil uset rumlig beskrivelse og bestemmelse af havbundens morfologi. Med successive opmålinger er det desuden muligt med høj præcision at bestemme morfologiske ændringer både over kortere og længere tidsperioder (fx enkelte tidevandsperioder, storme og årstidsvariationer) drevet af bølger og strøm, men også morfologiske ændringer som følge af menneskelige indgreb i det marine og kystnære miljø.

## Til lands

Flybåren rød laser (topografisk Light Detection and Ranging – LiDAR), med en bølgelængde i det infrarøde spektrum, har ligeledes siden årtusindeskiftet revolutioneret kortlægning og undersøgelser i det terrestriske miljø, men kun til kystlinjen. Og ligeledes har dette muliggjort en hidtil uset rumlig beskrivelse og kvantificering af landskabet, både af landskabets terræn men også af landskabets overflade med vegetationsdække, bygninger, veje og anden infrastruktur. I Danmark har staten finansieret to landsdækkende opmålinger omkring årene 2007 og 2015, som har givet ny viden om det danske landskabs dannelse. Og med den seneste opmåling er der en enestående mulighed for også at undersøge kystudviklingen over knap et årti på nationalt plan og med en høj detaljeringsgrad, men altså kun til kystlinjen. I overgangszonen mellem land og vand og i de lavvandede områder i kystzonen eksisterer på nationalt plan ingen detaljeret rumlig information.

## Land og vand

Flybåren grøn laser (topobatymetrisk LiDAR), med en bølgelængde i det grønne spektrum, reflekteres både fra landoverfladen (overflade og terræn) og vandoverfladen, men den grønne bølgelængde kan desuden trænge gennem vandsøjlen og blive reflekteret fra havbunden (og fra materiale i vandsøjlen). Dermed er det muligt også at kortlægge overgangen fra land til vand og havbunden i lavvandede kystnære områder. Vandsøjlegennemtrængningen og dermed den maksimale vanddybde, som kan kortlægges, afhænger

primært af turbiditeten i vandsøjlen, dvs. af hvor meget materiale og hvilken type af materiale, der er suspenderet i vandsøjlen.

Ved laserscanninger langs Nordsjællands kyst og omkring Rødsand lagune ved Femern Bælt har vi kunnet kortlægge havbunden helt ud til 7–8 meters vanddybde. Der er således et potentiale for, at hele kystzonen i de indre danske farvande kan kortlægges med en detaljeringsgrad svarende til den seneste nationale højdemodel. Kystzonen langs den jyske vestkyst vil ligeledes kunne kortlægges, forudsat overflyvningerne foretages under gunstige forhold, fx efter en periode med østenvind, hvor bølgeenergien og turbiditeten i vandsøjlen er lav.

Det mest udfordrende kystområde at kortlægge med flybåren grøn laser i Danmark er dog Vadehavet, som er karakteriseret ved en konstant varierende vandstand og høj turbiditet i vandsøjlen som følge af tidevandets dynamik og den relaterede sedimentdynamik. Vadehavet er derfor ideelt til at teste begrænsningerne for flybåren grøn laser. I 2014 blev et 50 km<sup>2</sup> stort område ved Knudedyb i Vadehavet overflyvet, se figur 2. Knudedyb er et af de mest dynamiske kystområder i Danmark, med store omlejringer af sediment, både som følge af den daglige tidevandsdynamik, en stor sydgående materialetransport langs kysten og fordi det er eksponeret for stormfloder fra vest.

Resultaterne har afsløret, at selv i disse udfordrende områder med et netværk af tidevandskanaler, små vanddækkede lavninger, høj turbiditet i vandsøjlen og konstant varierende vanddybder kan landskabet kortlægges med fuld dækning helt ned til vanddybder på knap 4 meter. Detaljeringsgraden er høj med ca. 20 målepunkter pr. kvadratmeter, og den vertikale nøjagtighed er bedre end 10 cm. Dermed vil det være muligt ved en kombination af flybåren grøn laser og skibsbåren flerstålekkolod at kortlægge hele Vadehavet med en hidtil uset detaljeringsgrad, hvilket vil være et unikt fundament for en fremtidig bæredygtig forvaltning af Vadehavet, som i 2014 blev UNESCO Verdensarv.

## Perspektiver

Flybåren grøn laser-teknologi har i løbet af de sidste par år udviklet sig kolossalt, og der er et stort potentiale for brug af teknikken til grundvidenskabelig forskning såvel som miljøkortlægning, -monitoring og -forvaltning.

Hidtil er metoder primært blevet udviklet til at kortlægge den overordnede topografi og bathymetri samt landskabsformer. De næste skridt bliver bl.a. udviklingen af metoder til at kortlægge havbundens materialesammensætning ud fra det reflekterede lasersignal, at beskrive vandsøjlen turbiditet med stor rumlig dækning og høj detaljeringsgrad, og at kortlægge bl.a. stenrev, muslingebanker og ålegræs, som alle er relevante i vurderinger af vand- og havmiljøets økologiske tilstand i kystzonen, som er et krav i henhold til EU's Vandramme- og Havstrategidirektiv.

Derudover er der potentiale for en bedre og mere effektiv kortlægning af Grønlands enorme kyststrækning, som forventes at blive udsat for store materialeomlejringer og ændringer i økosystemer i dette århundrede, som følge af de globale ændringer i klima- og miljøforhold.



<b>Verner B. Ernstsen</b> Lektor, IGN vbe@ign.ku.dk	<b>Mikkel S. Andersen</b> Forskningsassistent, IGN msa@ign.ku.dk
<b>Zyad Al-Hamdani</b> Seniorforsker, GEUS azk@geus.dk	<b>Jørgen Overgaard Leth</b> Seniorrådgiver, GEUS jol@geus.dk
<b>Carlo Sørensen</b> Senior Kysttekniker, Kystdirektoratet cas@kyst.dk	<b>Frank Steinbacher</b> CEO, AHM Hydro Mapping GmbH f.steinbacher@ahm.co.at
<b>Laurids R. Larsen</b> Team- og Projektchef Mapping, NIRAS lrla@niras.dk	<b>Aart Kroon</b> Lektor, IGN ak@ign.ku.dk

## Her kan du læse videre

Geoviden 2014, nr. 2

Den danske havbund

Geoviden 2009, nr. 1

Vadehavet

Geoviden 2005, nr. 3

Danmarks kyster



